

Научная статья

Original article

УДК: 528.74

doi: 10.55186/2413046X\_2023\_9\_1\_49

**СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
ФОТОГРАММЕТРИИ**  
**MODERN POSSIBILITIES OF USING PHOTOGRAMMETRY**



**Савченко Юрий Михайлович**, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар, студент 2-го курса землеустроительного факультета, [urijsavcenko7@gmail.com](mailto:urijsavcenko7@gmail.com).

**Турк Геннадий Гиссович**, кандидат технических наук, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар, доцент кафедры геодезии.

**Гурский Иван Николаевич**, ФГБОУ «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина», Россия, Краснодар, старший преподаватель

**Savchenko Yury Mikhailovich**, FGBOU «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russia, Krasnodar, 2 year student of the Faculty of Land Management, [urijsavcenko7@gmail.com](mailto:urijsavcenko7@gmail.com).

**Turk Gennady Gissoovich**, candidate of technical sciences, FGBOU «Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin», Russia, Krasnodar, Associate Professor of the Department of Geodesy.

**Gursky Ivan Nikolaevich**, Kuban State Agrarian University named after I.T. Trubilin, Krasnodar, Russia, Senior Lecturer

**Аннотация.** Изучены методы фотограмметрии и роль в современных условиях создания карт и планов. Проанализирован инновационный подход к

производству снимков с помощью системы GPS. Для выполнения условий по созданию современных карт и планов существует несколько важных требований, несоблюдение которых может привести к ошибкам и неточностям. Со временем модернизировалась и техника, осуществляющая процесс съемки: улучшилось качество фотоаппаратуры, позволяющее разглядеть и нанести на карту более мелкие детали, и воздушный шар заменился более быстрым и эффективным самолетом, позволившим ускорить процесс фотографирования местности.

Статья предназначена для формирования понимания ценности фотограмметрии как метода, имеющего широкие горизонты применения сейчас и в будущем и являющегося частью единой геоинформационной системы.

**Abstract.** The methods of photogrammetry and the role of creating maps and plans in modern conditions are studied. An innovative approach to the production of images using a GPS system is analyzed. To fulfill the conditions for creating modern maps and plans, there are several important requirements, failure to comply with which can lead to errors and inaccuracies. Over time, the equipment carrying out the shooting process has also been modernized: the quality of photographic equipment has improved, allowing you to see and map smaller details, and the balloon has been replaced by a faster and more efficient aircraft, which allowed to speed up the process of photographing the area.

The article is intended to form an understanding of the value of photogrammetry as a method that has wide horizons of application now and in the future and is part of a unified geoinformation system.

**Ключевые слова:** фотограмметрия, снимок, изображение, модель, точность, создания топографических карт

**Key words:** photogrammetry, snapshot, image, model, accuracy, creation of topographic maps

### **Введение**

В середине XIX века, практически одновременно с появлением самой фотографии, французский геодезист Доминик Ф. Араго предложил применять получающиеся снимки для создания топографических карт; а в 1852 году топограф, инженер-майор Корпуса инженеров французской армии Эмэ Лосседа первым в мире использовал фотокамеру для составления планов местности. Этот год является годом рождения фотограмметрии.

Под фотограмметрией понимают технологию измерения и создания трехмерных моделей на основе снимков. Эта дисциплина объединяет в себе знания из области фотографии, геодезии, математики и компьютерных технологий, которая широко используется в архитектуре, археологии, геологии, инженерном деле, космической науке и многих других областях.

Общие идеи данной сферы основаны на принципах геометрии и оптики и заключаются в том, что расстояние между двумя точками можно определить, измерив, угол между ними и камерой, т. е. с помощью принципа триангуляции. Одним из основных инструментов фотограмметрии является стереоскопия, используя пару фотографий, снятых с разных точек зрения, можно получить трехмерную информацию об объекте [1]. При этом используется эффект параллакса. Объекты на переднем плане смещаются относительно объектов на заднем при изменении точки обзора.

Сам процесс включает в себя несколько этапов: получение изображений объектов (двух или более фотографий одного и того же объекта под разными углами), извлечение точек и деталей из снимка и математическую обработку данных для создания трехмерной модели.

### **Требования к проведению работ**

С развитием цифровой фотографии и компьютерной обработки изображений фотограмметрия стала еще более точной и эффективной. Специальные программы и алгоритмы позволяют автоматически обрабатывать снимки, извлекая информацию о точках и создавая трехмерные модели.

Рассмотрим некоторые особенности:

1) Одним из важных требований является качество фотографий, которые используются в фотограмметрическом процессе. Изображения должны быть четкими, хорошо освещенными и иметь достаточное разрешение для извлечения необходимой информации. Качество фотографий существенно влияет на точность полученных трехмерных моделей.

2) Для достижения точных результатов в фотограмметрии необходимо провести калибровку камеры. Калибровка позволяет определить внутренние параметры камеры: фокусное расстояние, искажения линзы и другие параметры, которые могут влиять на точность результатов, а также корректное преобразование двумерной информации на фотографии в трехмерные координаты. Обычно необходимое оборудование представляет собой цифровые однообъективные зеркальные камеры (DSLR) с датчиком высокого разрешения и широкоугольным объективом.

3) Важным требованием в науке является наличие точек контроля на объекте или вокруг него. Точки контроля представляют собой определенные знаки или маркеры, чьи трехмерные координаты известны заранее. Это позволяет установить масштаб и ориентацию снимков, что необходимо для создания моделей.

4) При выполнении фотограмметрических задач требуется достаточное перекрытие фотографий. Оно обеспечивает наличие множества общих точек на соседних изображениях, что позволяет точно определить их положение. Обычно рекомендуется иметь перекрытие не менее 60-70% для надежных результатов.

5) Для достижения высокой точности камеры и объектов необходимо позиционирование, которое обеспечивается с помощью специальных геодезических инструментов, GPS или других систем [1].

6) Проведение контрольной съемки, которая включает в себя создание дополнительных фотографий или точек контроля, используемых для

сравнения и проверки полученных результатов. Это помогает выявить и исправить возможные ошибки или неточности.

7) Использование мощных ЭВМ для обработки изображений. Компьютеры должны быть способны работать с большими объемами данных и иметь возможность хранить результаты процесса.

8) Необходимость в специальном программном обеспечении, которое должно иметь возможность анализировать изображения, рассчитывать измерения и уметь создавать 3D-модели объектов и местности [2].

9) Применение лазерных сканеров для измерения расстояний между объектами [8].

### **Отрасли применения**

Одним из важных применений является создание цифровых моделей местности. С помощью фотограмметрии можно создать точные трехмерные модели ландшафта, городов, зданий и других объектов [11]. Это особенно полезно для планирования градостроительства, архитектурного дизайна, разработки геологических карт и анализа изменений в ландшафте.

Также фотограмметрия активно используется в археологии и палеонтологии. С помощью трехмерных моделей, созданных на основе снимков, можно изучать артефакты, археологические объекты и даже скелеты древних животных, что позволяет ученым получить дополнительную информацию о прошлом.

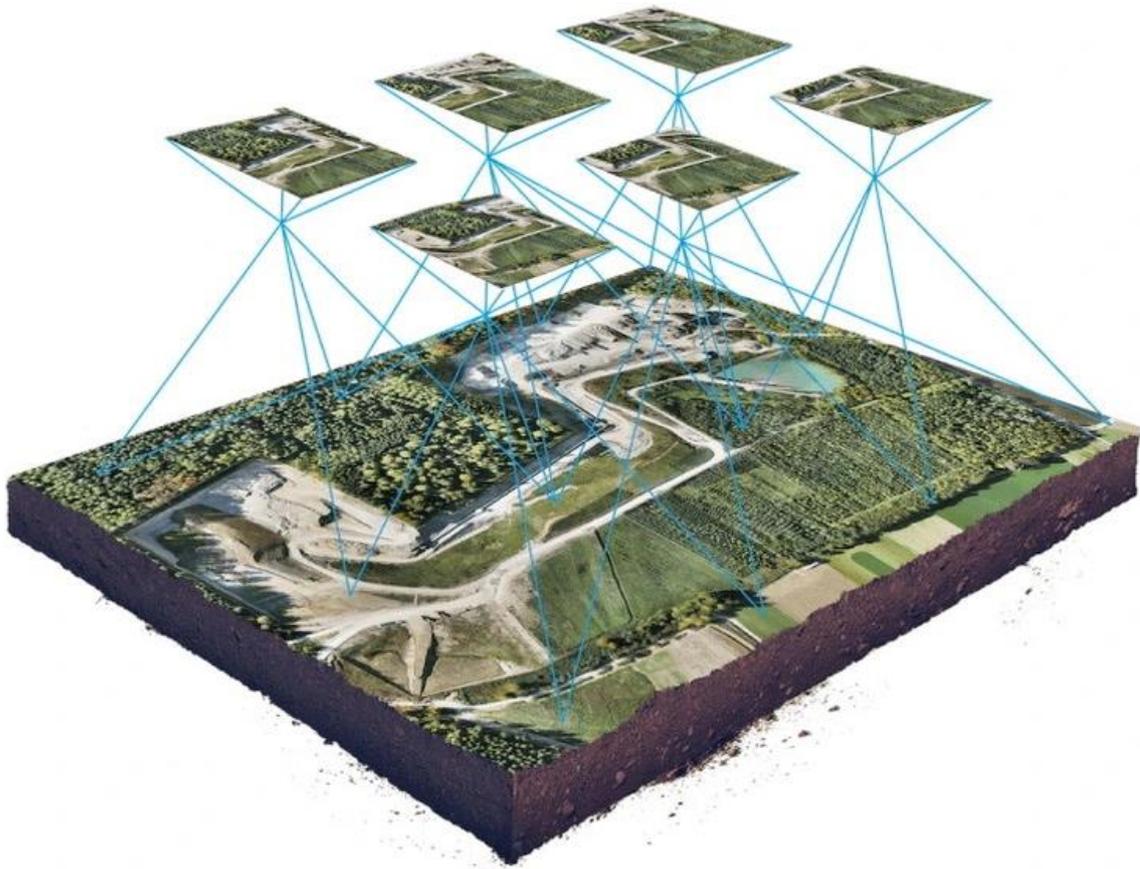
Наука находит применение в космической отрасли. С помощью фотограмметрии открывается возможность изучать поверхность планет, астероидов и комет, создавая трехмерные модели кратеров, горных хребтов и других геологических форм. Это позволяет лучше понять процессы, происходящие в космическом пространстве и спрогнозировать различные изменения.

В последние годы фотограмметрия активно используется при создании фильмов и игр для формирования более реалистичного образа персонажей и детальных копий местности.

### **Виды фотограмметрии**

Существует несколько видов фотограмметрии, каждый из которых имеет свои особенности и применения:

1. Аэрофотограмметрия: используется для создания трехмерных моделей местности и географических объектов на основе аэрофотоснимков. Она широко применяется в геодезии, картографии, градостроительстве и сельском хозяйстве [7]. С помощью специальных камер, установленных на самолетах или беспилотных летательных аппаратах (БПЛА), снимаются фотографии, которые затем обрабатываются для создания точных трехмерных моделей местности. (рис. 1)



**Рисунок 1. Съемка поверхности земли.**

2. Наземная фотограмметрия: применяется для создания трехмерных моделей объектов, которые находятся на земной поверхности [10]. В этом

случае снимки объектов делаются с земли с помощью специализированных камер или даже смартфонов [9].

3. Фотограмметрия с подводных носителей: используется для создания трехмерных моделей подводных объектов или ландшафтов. Фотографии осуществляются с помощью специальных подводных камер, установленных на подводных аппаратах. Данный вид применяется в океанографии, археологии подводных объектов и исследованиях морских экосистем. (рис. 2)



**Рисунок 2. Трехмерная модель затонувшего «Титаника».**

4. Космическая фотограмметрия: необходима для создания трехмерных моделей планет, астероидов и других космических объектов. Она основана на анализе фотографий, сделанных космическими аппаратами, спутниками и марсоходами [3]. Эта технология позволяет изучать геологические формы, поверхности планет, исследуя космическое пространство.

5. Фотограмметрия в 3D-графике: съемка объекта с разных сторон [4]. Специальное программное обеспечение сначала определяет положение камеры во время снимков, а затем «сшивает» их для создания единого

графического пространства. После этой процедуры программа переносит полученные данные в 3D-модель, используя полигоны (треугольники, которые стоят в основе компьютерной 3D-графики). Так как поверхности реальных объектов очень сложные, изначальное количество полигонов на модель может достигать сотен тысяч. (рис. 3)



**Рисунок 3. Создание модели человека.**

Каждый тип имеет свои особенности и применения, но все они осуществляются с одной целью – создать точные трехмерные модели на основе изображений.

### **Преимущества фотограмметрии**

Расширение фотограмметрии стало возможно благодаря множеству преимуществ:

1. Высокая точность измерений, а также автоматизация процесса и связанная с этим объективность результатов.

2. Экономичность и возможность использования в удаленных местах, где традиционные методы съемки могут быть невозможны [5].
3. Высокая скорость измерительных работ и обработки результатов.
4. Универсальность, заключающаяся в возможности снимать различные объекты (здания, местность и другие конструкции). [4]

### **Заключение**

Следует отметить, что за сравнительно короткий исторический период фотограмметрическое и съемочное оборудование, а также методы и технологии съемки и обработки снимки прошли путь от простых фотокамер и оптико-графических приборов до сложных автоматических съемочных и обрабатывающих компьютерных систем. [1]

Фотограмметрия стала важным и необходимым инструментом, применяемым в различных отраслях для съемки, картирования и 3D-моделирования. Она имеет множество преимуществ по сравнению с традиционными методами съемки: точность, экономичность, скорость и универсальность. Также фотограмметрия может использоваться в различных направлениях и приложениях, что делает ее отличным выбором для многих геодезических и картографических проектов [6]. Все это позволило значительно расширить применение данной науки в последние годы.

### **Список источников**

1. Имамалыев, Т. И. Преимущества спутниковых геодезических измерений при инженерно-геодезических изысканиях / Т. И. Имамалыев, Г. Г. Турк // Научное обеспечение агропромышленного комплекса: Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 658-660. – EDN YBYZER.
2. Основы систем автоматизированного проектирования в землеустройстве / А. Т. Гаврюхов, И. Н. Гурский, Г. Г. Турк, А. А. Солодунов. – Краснодар:

Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2018. – 89 с. – EDN SPKXUD.

3. Сарксян, Л. Д. Спутниковые методы в геодезических измерениях / Л. Д. Сарксян, Г. Г. Турк // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности : Сборник материалов II Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Краснодар, 14 марта 2022 года / Отв. за выпуск Н.В. Третьякова. – Краснодар: "Новация", 2022. – С. 297-301. – EDN ASVWHD.

4. Турк, Г. Г. Общие принципы и математические основы процесса измерений лазерными сканерами / Г. Г. Турк // Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год : Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ, Краснодар, 06 апреля 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 292-294. – EDN FQGAN0.

5. Инженерно-геодезические изыскания для целей подготовки проектной документации линейного объекта / С. К. Пшидаток, Г. Г. Турк, Л. Д. Сарксян, М. С. Лукьянова // Научная жизнь. – 2022. – Т. 17, № 2(122). – С. 206-218. – DOI 10.35679/1991-9476-2022-17-2-206-218. – EDN NXJSBY.

6. Пилипенко, М. С. Проектно-изыскательские работы при предоставлении земельных участков для строительства / М. С. Пилипенко, Г. Г. Турк // Научное обеспечение агропромышленного комплекса : Сборник статей по материалам 77-й научно-практической конференции студентов по итогам НИР за 2021 год. В 3-х частях, Краснодар, 01 марта 2022 года / Отв. за выпуск А.Г. Коцаев. Том Часть 1. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2022. – С. 679-681. – EDN RGUSLD.

7. Турк, Г. Г. Использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в геодезии / Г. Г. Турк, Н. К. Карачев // Вектор ГеоНаук. – 2023. – Т. 6, № 2. – С. 56-60. – DOI 10.24412/2619-0761-2023-2-56-60. – EDN ETATBS.
8. Турк, Г. Г. Перспективы развития и применения беспилотных летательных аппаратов / Г. Г. Турк // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии: Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 336-337. – EDN UKUJBM.
9. Турк, Г. Г. Теоретические основы проведения кадастровых работ с использованием беспилотных летательных аппаратов / Г. Г. Турк // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : Материалы ежегодной научно-практической конференции преподавателей по итогам НИР за 2022 г., Краснодар, 12 мая 2023 года. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, 2023. – С. 338-340. – EDN EYLDQG.
10. Агапитова, Я. Д. Применение наземного и воздушного лазерного сканирования в геодезии / Я. Д. Агапитова, Г. Г. Турк // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8, № 8. – DOI 10.55186/2413046X\_2023\_8\_8\_371. – EDN XEYXRI.
11. Шкретов, А. А. Возможности применения беспилотных летательных аппаратов / А. А. Шкретов, Г. Г. Турк // Математическое моделирование и информационные технологии при исследовании явлений и процессов в различных сферах деятельности: Сборник материалов III Международной научно-практической конференции студентов, магистрантов и аспирантов, Краснодар, 20 марта 2023 года / Отв. за выпуск Н.В. Третьякова. – Краснодар: Новация, 2023. – С. 478-482. – EDN UEPVUW.

#### References

1. Imamalyev, T. I. Preimushhestva sputnikovyh geodezicheskikh izmerenij pri inzhenerno-geodezicheskikh izyskaniyah / T. I. Imamalyev, G. G. Turk // Nauchnoe obespechenie agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik statej po materialam 77-j nauchno-prakticheskoy konferencii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-h chastjah, Krasnodar, 01 marta 2022 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshhaev. Tom Chast' 1. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 658-660. – EDN YBYZER.
2. Osnovy sistem avtomatizirovannogo proektirovanija v zemleustrojstve / A. T. Gavrjuhov, I. N. Gurskij, G. G. Turk, A. A. Solodunov. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2018. – 89 s. – EDN SPKHUD.
3. Sarksjan, L. D. Sputnikovye metody v geodezicheskikh izmerenijah / L. D. Sarksjan, G. G. Turk // Matematicheskoe modelirovanie i informacionnye tehnologii pri issledovanii javlenij i processov v razlichnyh sferah dejatel'nosti: Sbornik materialov II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, magistrantov i aspirantov, Krasnodar, 14 marta 2022 goda / Otv. za vypusk N.V. Tret'jakova. – Krasnodar: "Novacija", 2022. – S. 297-301. – EDN ASVShhHD.
4. Turk, G. G. Obshhie principy i matematicheskie osnovy processa izmerenij lazernymi skanerami / G. G. Turk // Itogi nauchno-issledovatel'skoj raboty za 2021 god: Materialy Jubilejnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvjashhennoj 100-letiju Kubanskogo GAU, Krasnodar, 06 aprelja 2022 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshhaev. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 292-294. – EDN FJaGANO.
5. Inzhenerno-geodezicheskie izyskaniya dlja celej podgotovki proektnoj dokumentacii linejnogo ob#ekta / S. K. Pshidatok, G. G. Turk, L. D. Sarksjan, M. S. Luk'janova // Nauchnaja zhizn'. – 2022. – T. 17, № 2(122). – S. 206-218. – DOI 10.35679/1991-9476-2022-17-2-206-218. – EDN NHJSBY.
6. Pilipenko, M. S. Proektno-izyskatel'skie raboty pri predostavlenii zemel'nyh uchastkov dlja stroitel'stva / M. S. Pilipenko, G. G. Turk // Nauchnoe obespechenie

agropromyshlennogo kompleksa: Sbornik statej po materialam 77-j nauchno-prakticheskoy konferencii studentov po itogam NIR za 2021 god. V 3-h chastjah, Krasnodar, 01 marta 2022 goda / Otv. za vypusk A.G. Koshhaev. Tom Chast' 1. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2022. – S. 679-681. – EDN RGUSLD.

7. Turk, G. G. Ispol'zovanie bespilotnyh letatel'nyh apparatov (BPLA) v geodezii / G. G. Turk, N. K. Karachev // Vektor GeoNauk. – 2023. – T. 6, № 2. – S. 56-60. – DOI 10.24412/2619-0761-2023-2-56-60. – EDN ETATBS.

8. Turk, G. G. Perspektivy razvitija i primenenija bespilotnyh letatel'nyh apparatov / G. G. Turk // Tochki nauchnogo rosta: na starte desjatiletija nauki i tehnologii: Materialy ezhegodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2022 g., Krasnodar, 12 maja 2023 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2023. – S. 336-337. – EDN UKUJBM.

9. Turk, G. G. Teoreticheskie osnovy provedenija kadastrovyh rabot s ispol'zovaniem bespilotnyh letatel'nyh apparatov / G. G. Turk // Tochki nauchnogo rosta: na starte desjatiletija nauki i tehnologii: Materialy ezhegodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii prepodavatelej po itogam NIR za 2022 g., Krasnodar, 12 maja 2023 goda. – Krasnodar: Kubanskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet imeni I.T. Trubilina, 2023. – S. 338-340. – EDN EYLDJaG.

10. Agapitova, Ja. D. Primenenie nazemnogo i vozdushnogo lazernogo skanirovanija v geodezii / Ja. D. Agapitova, G. G. Turk // Moskovskij jekonomicheskij zhurnal. – 2023. – T. 8, № 8. – DOI 10.55186/2413046H\_2023\_8\_8\_371. – EDN HEYHRI.

11. Shkretov, A. A. Vozmozhnosti primenenija bespilotnyh letatel'nyh apparatov / A. A. Shkretov, G. G. Turk // Matematicheskoe modelirovanie i informacionnye tehnologii pri issledovanii javlenij i processov v razlichnyh sferah dejatel'nosti: Sbornik materialov III Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii studentov, magistrantov i aspirantov, Krasnodar, 20 marta 2023 goda / Otv. za

Московский экономический журнал. № 1. 2024

Moscow economic journal. № 1. 2024

vyrusk N.V. Tret'jakova. – Krasnodar: Novacija, 2023. – S. 478-482. – EDN  
UEPVUShh.

**Для цитирования:** Савченко Ю.М., Турк Г.Г., Гурский И.Н. Современные возможности использования фотограмметрии // Московский экономический журнал. 2024. № 1. URL: <https://qje.su/nauki-o-zemle/moskovskij-ekonomicheskij-zhurnal-1-2024-49/>

© Савченко Ю.М., Турк Г.Г., Гурский И.Н., 2024. *Московский экономический журнал, 2024, № 1.*